



Centro Universitário de Brasília - UNICEUB
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS
Curso de Engenharia Civil

DEBORA DE ANDRADE MOTTA

**MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA EM ESTRUTURA DE CONCRETO
ARMADO: MARQUISES - W3 SUL, BRASÍLIA/DF**

Brasília
2019

DEBORA DE ANDRADE MOTTA

**MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA EM ESTRUTURA DE CONCRETO
ARMADO: MARQUISES - W3 SUL, BRASÍLIA/DF**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Centro Universitário de
Brasília (UniCEUB), como requisito para
obtenção do título de graduação em
Engenharia Civil

Orientador: Prof. Msc. Nielsen José Dias
Alves

Brasília
2019

DEBORA DE ANDRADE MOTTA

**MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA EM ESTRUTURA DE CONCRETO
ARMADO: MARQUISES - W3 SUL, BRASÍLIA/DF**

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Brasília (UniCEUB), como
requisito para obtenção do título de
graduação em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Msc. Nielsen José Dias
Alves

Brasília, 04 de julho de 2019

Banca Examinadora

Prof. M.Sc. Nielsen José Dias Alves
Orientador

Prof. (a) M.Sc. Erika Regina Costa Castro
Examinador 1

Prof. M.Sc. Jocinez Nogueira Lima
Examinador 2

**Dedico esse trabalho à minha família,
amigos e mestres, que me ajudaram
no decorrer deste curso a concretizar
mais esse sonho.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida e por estar sempre presente em minha vida me proporcionando chegar até aqui.

À minha família, em especial meus pais (Carlos e Silma) pelo amor, incentivo, paciência, apoio incondicional e que muitas vezes abriu mão de seus sonhos para que o meu fosse realizado e sempre acreditando em mim independente da circunstância.

Aos meus irmãos (Rafael, Leonardo, Jessica, Carlos Gabriel e Davi), por todo incentivo e compreensão da minha ausência neste período de término do curso.

Ao meu amigo arquiteto Luiz Antonio, pela paciência, confiança, dedicação e que sempre esteve disposto a ajudar e contribuir para elaboração deste trabalho.

Ao meu chefe Ten. Cel. Sinfrônio Lopes, por toda compreensão e apoio ao longo de todo o curso.

Aos meus colegas de graduação, que estiveram ao longo desta jornada acadêmica e me ajudaram direta e indiretamente para que eu chegasse a momento tão esperado.

Agradeço a todos os professores, que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado, em especial à professora Erika, que se dispôs de maneira voluntária a ajudar na elaboração deste trabalho e ao meu orientador Nielsen.

Enfim, a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero: Muito Obrigado.

“Se você quer ser bem-sucedido,
precisa ter dedicação total, buscar
seu último limite e dar o melhor de si...”

Ayrton Senna da Silva

RESUMO

As marquises constituem uma categoria estrutural delicada, pois exigem cuidados especiais desde o projeto, a execução e o uso. São estruturas cujo colapso se dá de maneira repentina, com poucos avisos. Portanto, demandam atenção constante. Tais cuidados levaram, por exemplo, um ex-prefeito do Rio de Janeiro, em 2007, a baixar um decreto proibindo a sua construção e ordenando a demolição imediata de todas as marquises em condições inadequadas de segurança, preocupado que estava com recentes acidentes com vítimas, ocorridos no Rio e em São Paulo. O decreto 27663/2007, felizmente foi revogado. Em Brasília/DF a Avenida W3 Sul, construída há 59 anos, apresenta marquises em toda a sua extensão, de maneira contínua. A decadência econômica da outrora próspera via de comércio e serviços acarretou um grande índice de desocupação dos imóveis e, conseqüentemente, a deterioração acelerada das construções. Dos elementos estruturais as marquises foram as mais afetadas e estão em situação de risco. O presente trabalho procura estudar as peculiaridades desse elemento estrutural, usando como campo de estudo as marquises existentes ao longo da Avenida W3 Sul.

PALAVRAS-CHAVE:Patologia. Marquise. W3 Sul

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esboço do Plano Piloto de Brasília feito por Lúcio Costa	15
Figura 2 - Crescimento de veículos por ano de 2007 a 2017	16
Figura 3 - Estrutura convencional de lajes, vigas e pilares.....	19
Figura 4 - Marquise com laje engastada em balanço	21
Figura 5 - Momento fletor gerado na laje em balanço com estrutura engastada na laje interna	22
Figura 6 - Momento aplicado na borda da laje interna	22
Figura 7 - Laje em balanço sem continuidade com a laje interna.....	23
Figura 8 - Marquise com uso de vigas engastadas	23
Figura 9 - Marquise apoiada por vigas	24
Figura 10 - Valores indicativos do tempo de vida útil de projeto	25
Figura 11 - Classes de agressividade ambiental (CAA)	26
Figura 12 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal.....	27
Figura 13 - Fases do desempenho de uma estrutura ao longo da vida útil	28
Figura 14 - Espaçamento irregular em armaduras em laje.....	32
Figura 15 - Armadura negativa da laje em balanço fora de posição	32
Figura 16 - À esquerda marquise sem escoramento e à direita diagrama do momento fletor	32
Figura 17 - À esquerda marquise com escoramento em bordo livre e à direita diagrama do momento fletor gerado com o acréscimo do apoio	33
Figura 18 - Marquise com escoramento adequado e diagrama correspondente à estrutura.....	33
Figura 19 - Incidência do vento sobre placas de anúncio	36
Figura 20 - Ação da lixiviação do Hidróxido de Cálcio	38
Figura 21 - Formação de estalactite	38
Figura 22 - Processo de carbonatação do concreto	39
Figura 23 - Carbonatação condicionada pela fissuração.....	40
Figura 24 - Abertura máxima de fissuras devido à proteção da armadura	41
Figura 25 - Algumas configurações genéricas de fissuras em função do tipo de solicitação	41
Figura 26 - Fissuração devido ao assentamento.....	42
Figura 27 - Trincas provocadas por corrosão das armaduras	42
Figura 28 - Localização da via W3-Sul.....	46
Figura 29 – Fachada	47
Figura 30 – Face inferior	47
Figura 31 - Diversas manchas de umidade e pontos de infiltração na face inferior ..	48
Figura 32 – Desplacamento do cobrimento com armadura exposta e pontos evidentes de corrosão.....	48
Figura 34- Ponto de perfuração da marquise	49
Figura 33 - Fissuração.....	49

Figura 35 - Face superior com acúmulo de detritos impossibilitando o funcionamento do sistema de drenagem, presença de vegetação e instalação de painel publicitário.....	49
Figura 36 - Borda frontal com deslocamento do concreto e fissuração.....	50
Figura 37 – Fachada.....	50
Figura 38 - Face Inferior	50
Figura 39 - Manchas de umidade e pontos de infiltração na face inferior	51
Figura 40 - Fissura longitudinal a armadura, apresentando sinais de eflorescência com possível corrosão da armadura.....	51
Figura 41 - Presença de musgos devido a umidade	51
Figura 42 - Perfuração da marquise	52
Figura 43 - Face superior da marquise.....	52
Figura 44 - Diversos pontos de fissuras com presença de vegetação na face superior	53
Figura 45 - Fachada	54
Figura 46 - Face inferior	54
Figura 47 - Deslocamento do cobrimento e corrosão da armadura	54
Figura 48- Perfuração da estrutura.....	55
Figura 49 - Face superior da marquise.....	55
Figura 50 - Presença de vegetação	55
Figura 51 - Fissuras na face superior e visível impermeabilização ineficiente	56
Figura 52 – Fachada.....	57
Figura 53 - Face inferior	57
Figura 54 - Infiltração, manchas de umidade, bolor e desagregação da pintura	57
Figura 55 - Face superior com presença de vegetação, sobrecarga com placa metálica no ponto de engastamento e acúmulo de detritos.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentual de incidência para cada tipo de patologia	59
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAA	Classe de Agressividade Ambiental
CO₂	Dióxido de Carbono
CO	Monóxido de carbono
CH	Hidróxido de cálcio
NBR	Norma Brasileira
pH	Potencial hidrogeniônico.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	14
2.1	GERAL:.....	14
2.2	ESPECÍFICOS:.....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	URBANIZAÇÃO DE BRASÍLIA.....	15
3.2	CONCRETO ARMADO	17
3.2.1	Elementos estruturais do concreto armado	18
3.2.2	Vantagens e desvantagens do concreto armado.....	19
3.3	MARQUISES	20
3.3.1	Definição	20
3.3.2	Tipos de marquises	21
3.4	DURABILIDADE E VIDA ÚTIL.....	24
3.5	PATOLOGIAS	28
3.5.1	Suscetibilidade das marquises a patologias	28
3.5.2	Causas das patologias em marquises	29
3.5.3	Manifestações patológicas em marquises	37
4	METODOLOGIA.....	45
5	ESTUDO DE CASO.....	46
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	46
5.2	MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS.....	47
6	ANÁLISES E RESULTADOS.....	59
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento do Cimento Portland e o aperfeiçoamento do dimensionamento das estruturas de concreto armado, ocorreu um grande avanço nas técnicas construtivas no Brasil, possibilitando a construção de estruturas acima de 4 pavimentos, gerando um processo de verticalização das edificações.

Assim, as construções passaram a ter grandes alturas e aumentaram-se as preocupações com a queda de objetos sobre os pedestres. O primeiro documento que regulamentou a construção de marquise foi o Decreto 6.000/1937 do Estado do Rio de Janeiro. Neste tornou-se obrigatória a execução de marquise principalmente em centros comerciais e em outras edificações, dependendo do zoneamento. Tal Decreto sofreu algumas alterações em 1970 pelo Decreto 3800, porém não deixou de ser obrigatória a sua construção. Somente em 2007, com o Decreto 22.663/07 foi proibido a construção de marquise no estado do Rio de Janeiro.

Os registros históricos de desabamentos de marquises chamaram a atenção principalmente dos técnicos e construtores. No início da década de 90 em Copacabana duas marquises desabaram, com quatro vítimas fatais.

Tem-se relatos de várias outras marquises que vieram a desabar, fazendo com que surgisse a polêmica em torno do risco e utilidade das marquises, bem como o estado de conservação das mesmas.

A Avenida W3 Sul, em Brasília, é uma avenida de uso comercial e residencial onde, ao longo de toda sua extensão as edificações apresentam marquises. Tais estruturas foram projetadas juntamente com Brasília, completando assim cinquenta e nove anos. Considerando que a vida útil de uma edificação é geralmente de 50 anos conforme determinado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira (NBR) 6118:2014, presume-se a necessidade de um cuidado maior com essas estruturas, devendo ser realizadas avaliações e manutenções periódicas, a fim de garantir e prolongar sua vida útil.

Quando se trata das estruturas de marquises há uma preocupação ainda maior quanto ao uso e manutenção, pois são elementos cuja ruptura pode acontecer sem

aviso prévio. Devido a essa característica é importante garantir que a estrutura esteja livre de manifestações patológicas. As principais causas das patologias em marquises são: falhas de projeto; falhas de execução; falta ou má execução de impermeabilização e sobrecarga.

É muito importante a conscientização dos usuários da edificação quanto ao risco, tendo em vista que a grande maioria desconhece a importância da manutenção e do uso correto da estrutura.

Este trabalho tem como objetivo identificar as principais manifestações patológicas que podem ser encontradas em estruturas de marquises de concreto armado, em áreas comerciais. Para atender ao objetivo proposto será realizada uma inspeção visual em algumas marquises localizadas na Avenida W3 Sul de Brasília/DF, visto que é uma área onde é visível o desgaste estrutural em determinadas estruturas. Pretende-se com essa análise catalogar as principais manifestações patológicas que podem surgir em marquises localizadas em áreas comerciais, sujeitas a grandes fluxos de veículos leves e pesados, que acabam por gerar um ambiente nocivo para as estruturas de concreto armado em geral.

2 OBJETIVO

2.1 GERAL:

- Identificar as manifestações patológicas nas estruturas de marquises de concreto armado, por meio de inspeção visual na Avenida W3 Sul de Brasília/DF.

2.2 ESPECÍFICOS:

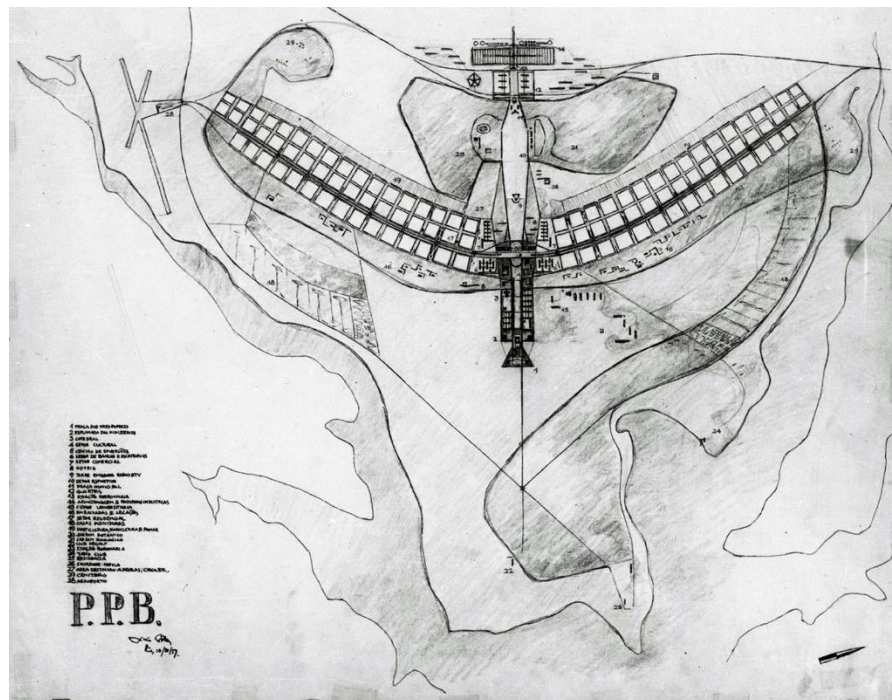
- Realizar inspeções visuais nas marquises da Avenida W3 Sul de Brasília/DF;
- Identificar manifestações patológicas nas marquises;
- Apontar as possíveis causas e as consequências dessas manifestações patológicas;
- Despertar nos responsáveis pela manutenção das estruturas de marquises a conscientização da necessidade de adoção de medidas de prevenção contra o aparecimento de manifestações patológicas, com o objetivo de se evitar a ocorrência de um desastre com perdas de vidas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 URBANIZAÇÃO DE BRASÍLIA

Em 21 de abril de 1960, foi inaugurada por Juscelino Kubitschek a cidade planejada para ser a capital federativa do Brasil, chamada de Brasília. A cidade foi projetada por Lúcio Costa, segundo um desenho urbano de dois eixos monumentais dispostos em cruz, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Esboço do Plano Piloto de Brasília feito por Lúcio Costa



Fonte: Carvalho, 2017

A maioria das estruturas de Brasília foram executada em concreto armado e concreto protendido. Essas estruturas necessitam de manutenções preventivas, a fim conservar e prolongar sua vida útil, sem necessidade de intervenções significativas.

Atualmente Brasília é uma cidade com 59 anos, teoricamente nova, tendo em vista outras do País, que atingiu a vida útil de projeto de 50 anos conforme determinado pela NBR 6118:2014.

Devido à falta de manutenção preventiva ao longo de sua vida útil, as estruturas de concreto de Brasília apresentam problemas graves e visíveis, que podem levá-las

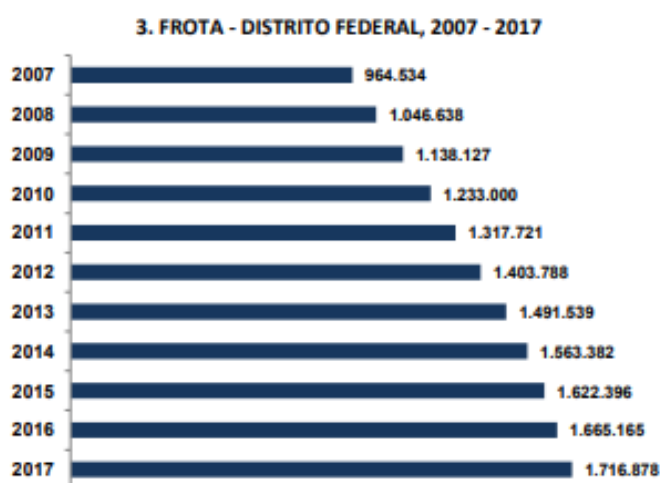
ao colapso, colocando a população em risco, onerando os processos de recuperação e conferindo a uma cidade nova características de mais velha.

Tem-se como exemplo a queda de parte do viaduto no Eixão Sul, ocorrido em fevereiro de 2018, sem vítimas, mas com danos materiais que poderiam ser evitados se as manutenções periódicas houvessem sido realizadas.

Brasília foi crescendo ao longo dos anos e atualmente segundo o Censo Demográfico (IBGE, 2010) tem uma população de 2.570.160 habitantes, sendo a terceira cidade mais populosa do Brasil. O seu crescimento populacional acelerado corresponde o aumento anual do número de veículos, segundo a Figura 2.

Figura 2 - Crescimento de veículos por ano de 2007 a 2017

ANO	FROTA		
	TOTAL	Variação Anual	
		Número	(%)
2007	964.534	-	-
2008	1.046.638	82.104	8,5
2009	1.138.127	91.489	8,7
2010	1.233.000	94.873	8,3
2011	1.317.721	84.721	6,9
2012	1.403.788	86.067	6,5
2013	1.491.539	87.751	6,3
2014	1.563.382	71.843	4,8
2015	1.622.396	59.014	3,8
2016	1.665.165	42.769	2,6
2017	1.716.878	51.713	3,1



Fonte: DETRAN/GEREST, 2018

A concentração do tráfego de veículos gera um ambiente muito nocivo para as estruturas de concreto armado, devido à incidência dos agentes agressivos como o Dióxido de Carbono (CO_2) e Monóxido de Carbono (CO) liberados na atmosfera através da queima de combustíveis.

O clima de Brasília é o tropical onde temos 6 meses de chuva (outubro a abril) e 6 meses de seca (maio a setembro), porém nestes 6 meses de chuvas ocorrem veranicos; e nos 6 meses de seca também ocorrem chuvas e com baixa umidade do ar. Para as estruturas de concreto armado o clima implica diretamente na resistência do concreto, uma vez que os materiais de construção sofrem influência direta da quantidade de calor recebido e da mudança repentina de temperatura, promovendo a alteração das características previstas em projeto e contribuindo para a redução do seu desempenho durante sua vida útil.

Todos estes problemas ambientais da região de Brasília afetam diretamente as estruturas de concreto armado e, em menor escala, as marquises das áreas comerciais.

3.2 CONCRETO ARMADO

Antigamente, a pedra extraída de rochas naturais era o material de construção civil mais utilizado para construir moradias, fortificações, vencer vãos de rios ou construir templos. A pedra é um ótimo material de construção, pois tem como características durabilidade e resistência aos esforços de compressão, quando utilizada como pilar. Quando a pedra tinha função de viga, a fim de vencer vãos de médio porte, a força de tração então surgida causava o rompimento da estrutura, pois é baixa a resistência desse material nessa condição (BOTELHO; MARCHETTI, 2013).

Com a necessidade de se obter uma estrutura artificial com as mesmas características daquelas extraídas das rochas naturais e que tenha como vantagem a possibilidade de ser moldada em diferentes formas e dimensões de acordo com a sua utilização, surgiu o concreto (GIONGO, 2007).

O concreto é um material bastante utilizado na construção civil e resulta da mistura de agregados miúdos (areia natural ou artificial), agregados graúdos (pedras provenientes de britamento, pedregulhos e seixos rolados), água e aglomerantes (cimento), podendo ainda ter adições minerais e aditivos (fibras, aceleradores, retardadores, corantes) com a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas (PORTO; FERNANDES, 2015).

O uso do concreto simples é limitado, por ser um material que apresenta alta resistência à compressão e baixa resistência à tração. Devido à necessidade de se obter um material capaz de resistir às tensões de tração atuantes nas estruturas, surge o concreto armado, que possui em seu interior barras de aço. Segundo a NBR 6118/2014 a aderência destes materiais é responsável pelo comportamento estrutural, agindo solidariamente aos esforços solicitantes (PORTO; FERNANDES, 2015).

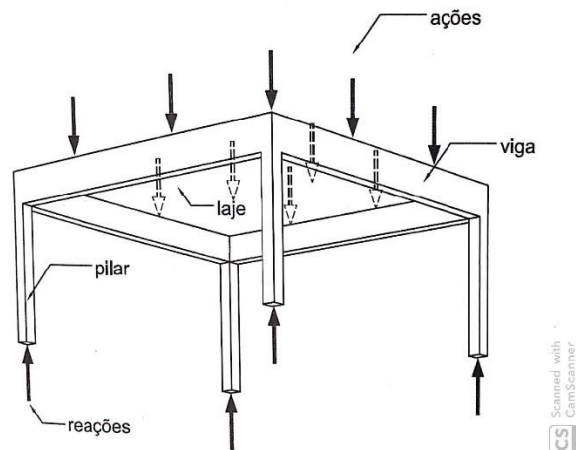
3.2.1 Elementos estruturais do concreto armado

Pode-se definir como estrutura, a união de elementos estruturais capaz de resistir aos esforços solicitantes sem se deformar, de modo a constituir um sistema estrutural estável.

O projeto estrutural de uma edificação é o instrumento utilizado para manter a estabilidade da estrutura como um todo e de cada elemento individualmente. O projeto é realizado de tal forma que, as cargas atuantes e as tensões internas sejam mantidas sob controle em sistemas de ação e reação interdependente, garantindo o seu equilíbrio.

Os principais elementos estruturais do concreto armado são: Pilares, Vigas e Lajes (Figura 3). As ações fixas e permanentes que atuam na estrutura (pessoas, móveis, sobrecarga, peso próprio, uso e ocupação, vento, temperatura, etc.) são aplicadas sobre as lajes e transmitidas para as vigas, sem que ocorram deformações dos elementos. Da mesma forma, as ações devem ser transmitidas das vigas para os pilares e posteriormente transferidas para as fundações, que reagirão impedindo o movimento da estrutura (KRIPKA, 2011).

Figura 3 - Estrutura convencional de lajes, vigas e pilares



Fonte: Kripka, 2011

Quando se trata de comportamento e segurança estrutural, o concreto armado é considerado uma estrutura com caráter de ruptura dúctil. Pois, apesar do concreto ser um material frágil resistente somente a compressão, quando a ele é acrescentado um material dúctil (aço), torna-se um material com comportamento intermediário. A vantagem disso é que ele suporta deformações consideráveis, a ponto de produzir fissuras antes do seu colapso, ou seja, avisa antes do rompimento total (MEDEIROS E GROCHOSKI, 2007).

As marquises – objeto de estudo deste trabalho – constituem exceção a essa regra, pois é uma estrutura frágil, que tende a romper de forma brusca, sem muitos avisos. Assim, sua realização deve ser correta quanto ao projeto, à execução, à utilização e à manutenção.

3.2.2 Vantagens e desvantagens do concreto armado

Segundo Carvalho e Filho (2016) a utilização do concreto armado é bastante larga, apresentando algumas vantagens e desvantagens em relação a outros materiais.

Vantagens:

- i) Boa resistência às solicitações;
- ii) Facilidade em ser moldado em diversas formas, inclusive obter estruturas monolíticas;
- iii) Economia e disponibilidade em qualquer lugar;
- iv) Durabilidade;
- v) Resistência à ação do fogo;
- vi) Uso de estruturas pré-moldadas, proporcionando rapidez na execução;
- vii) Resistência a choques, vibrações e altas temperaturas.

Desvantagens:

- i) Peso próprio elevado ($2,5 \text{ t/m}^3$), o que implica em limitações dos vãos;
- ii) Dificuldade para realizar reformas ou demolições;
- iii) Condutor de som e calor;
- iv) Uso de fôrmas e escoramento até alcançar a resistência adequada.

3.3 MARQUISES

No início do século passado, devido às limitações dos materiais de construção, somente era permitido edificações de até 4 ou 5 pavimentos. Com o avanço da tecnologia e o surgimento do concreto armado foi possível realizar construções de grandes edifícios, iniciando o processo de verticalização das edificações.

Devido à preocupação com o risco de queda de materiais, advindos dos pavimentos superiores traria para os pedestres, foi determinado por meio de decreto na época, o uso de marquise para eliminar esse risco, além de trazer proteção aos transeuntes quanto à chuva e ao sol (RIZZO, 2007).

3.3.1 Definição

Segundo Medeiros e Grochoski (2007), marquise pode ser definida como um elemento estrutural construído em concreto armado que avança em relação ao

alinhamento do edifício. Sua estrutura é formada por vigas e lajes, ou apenas por uma laje, dependendo principalmente do vão do balanço e da carga a ser exercida sobre ele.

Por se tratar de um elemento que possui contato com a edificação principal apenas pela região de engastamento, merece atenção especial em seu projeto, durante a sua execução e conservação durante sua vida útil.

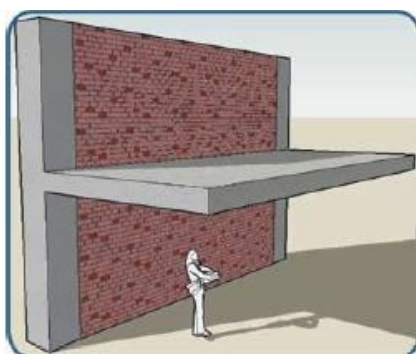
3.3.2 Tipos de marquises

Segundo Rocha, (1987 apud CARMO, 2009), as marquises são classificadas conforme a existência e posição das vigas, podendo ser formadas por laje simples em balanço (Figura 4), engastadas na viga da fachada ou na laje interna (Figura 8).

3.3.2.1 - Marquises com laje simples em balanço

As marquises formadas por lajes simples são indicadas para balanços de até 1,80m, possuindo geralmente engaste com a laje interna. Para fins de cálculo do momento são consideradas como estruturas isostáticas, engastadas em uma extremidade e livre na outra, obtendo assim um momento fletor negativo (Figura 5). Torna-se necessário posicionar a armadura principal na face superior, onde ocorrem os maiores esforços de tração.

Figura 4 - Marquise com laje engastada em balanço

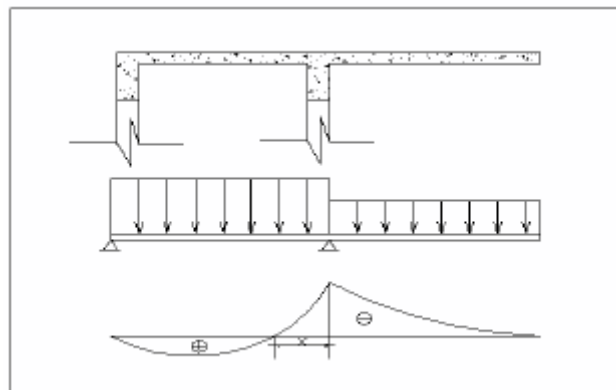


Fonte: Medeiros e Grochoski, 2007

Segundo Carmo (2009), para laje armada em uma direção o ponto de interrupção da armadura negativa da laje na qual a marquise está engastada é o

problema principal. A fim de resolver essa questão, calcula-se os esforços solicitantes da estrutura em balanço (marquise), considerando uma viga biapoiada com faixa de um metro, para determinar o momento nulo e o comprimento da armadura negativa da laje em balanço.

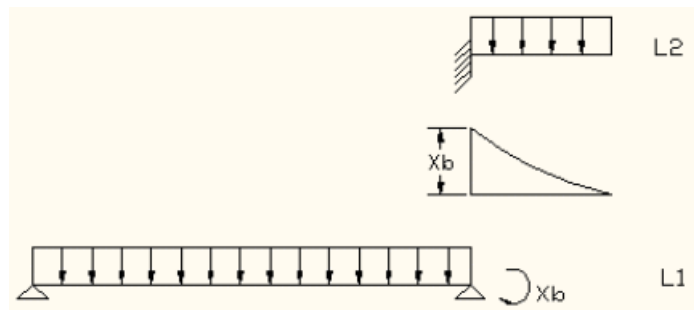
Figura 5 - Momento fletor gerado na laje em balanço com estrutura engastada na laje interna



Fonte: Carmo, 2009

Para laje interna armada em duas direções, a marquise deve ser calculada como uma viga em balanço e desta forma é dimensionada. A laje interna em cruz é calculada com uma carga distribuída uniforme combinada com um momento fletor gerado pela marquise ao longo de toda a borda de ligação das estruturas (laje interna com a marquise). (Rocha,1987 apud CARMO, 2009)

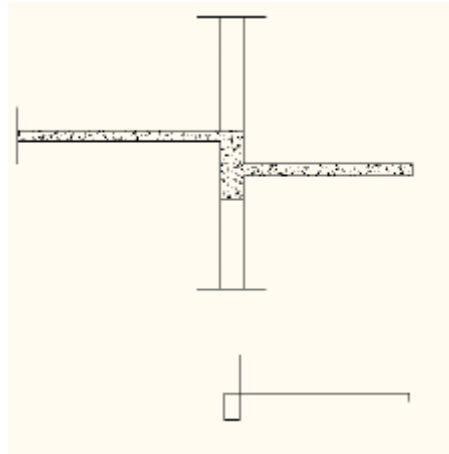
Figura 6 - Momento aplicado na borda da laje interna



Fonte: Bastos, 2006

Para os casos em que a laje em balanço não é contínua com a laje interna (Figura 7), há a necessidade de engastar a laje na viga da fachada, onde por consequência o momento fletor solicitado pelo balanço será igual ao momento de torção para a viga. Cabe lembrar que o esforço de torção deve obrigatoriamente ser considerado no cálculo da armadura da viga (BASTOS, 2006).

Figura 7 - Laje em balanço sem continuidade com a laje interna

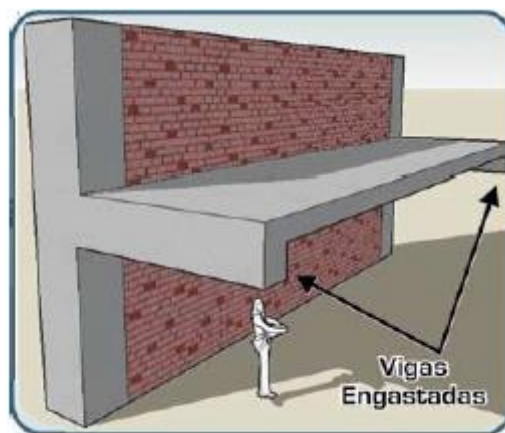


Fonte: Bastos, 2006

3.3.2.2 - Marquises formadas por lajes e vigas

Para estruturas de marquises com vãos maiores que 1,80m, faz-se necessário o uso de vigas, a fim de evitar superdimensionamento de espessura (Rocha, 1985 apud OLIVEIRA, 2013).

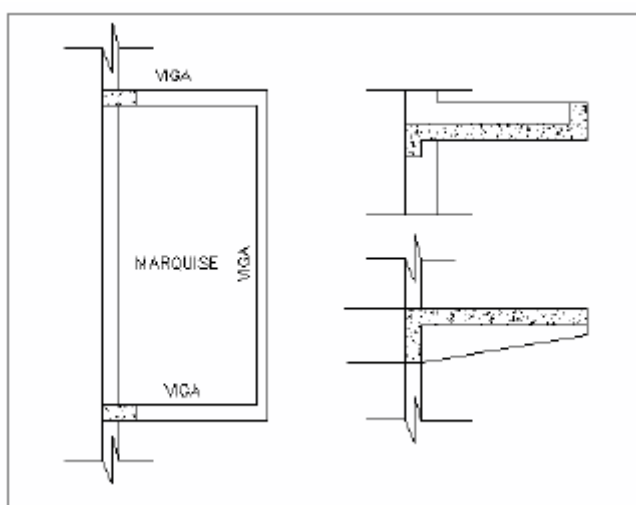
Figura 8 - Marquise com uso de vigas engastadas



Fonte: Medeiros e Grochoski, 2007

Normalmente utilizam-se marquises formadas por vigas e lajes armadas em uma direção, devendo ser apoiadas em vigas laterais e/ou vigas de borda (Figura 9). A vinculação onde ocorre o engaste do edifício com a marquise, depende da continuidade ou não com a laje interna. Na maioria dos casos a viga de borda é suprida, tornando a laje de borda livre. Nos casos em que as vigas laterais não são contínuas, estas devem ser engastadas nos pilares, onde para fins de cálculo do pilar é preciso considerar o momento fletor advindo das vigas (BASTOS, 2006).

Figura 9 - Marquise apoiada por vigas



Fonte: Carmo, 2009

3.4 DURABILIDADE E VIDA ÚTIL

Segundo a ABNT NBR 6118:14, o item 6.1 exige que as estruturas de concreto sejam projetadas e construídas de acordo com as condições ambientais previstas à época de projeto, de tal forma que durante seu período de vida útil, conservem condições desejáveis de segurança, estabilidade e aptidão em serviço. Durante esse período, não devem ser necessárias medidas extras de manutenção ou qualquer tipo de reparo das estruturas.

E de acordo com o item 6.2 da norma, vida útil de projeto é o período de tempo em que a estrutura é capaz de desempenhar as funções para quais foi projetada, sem

intervenções significativas, somente com o uso de manutenções e os requisitos pré-determinados pelo projetista e pelo construtor.

“Geralmente, a vida útil de projeto corresponde ao tempo que vai até a despassivação da armadura, momento em que se inicia o processo de corrosão. Normalmente esse é o tempo necessário para que a frente de carbonatação ou a frente de cloretos atinja a armadura.” (Araújo, 2014, p. 58).

Algumas formas de evitar a chegada dessas frentes à estrutura são: aumento do cobrimento do concreto, redução do fator água-cimento e o emprego de revestimentos.

Para as estruturas usais dos edifícios, geralmente é considerado pelas normas de projeto uma vida útil mínima de 50 anos.

Figura 10 - Valores indicativos do tempo de vida útil de projeto

Sistema	VUP mínima anos
Estrutura	≥ 50 segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

* Considerando periodicidade e processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à norma NBR 5674.

Fonte: ABNT NBR 15575-1, 2013

A durabilidade está diretamente ligada à agressividade do meio ambiente que, segundo a NBR 6118:2014, item 6.4 (p. 16) “está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas.”

Na Figura 11, pode-se verificar que, de acordo com a classificação do tipo de ambiente e segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes, é possível determinar a classe de agressividade ambiental e os riscos de deterioração da estrutura.

Figura 11 - Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: ABNT NBR 6118, 2014

Segundo a NBR 6118:2014 (p. 18), a “durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura.” O cobrimento tem como finalidade proteger as barras da corrosão, ação do fogo e ambientais.

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{\min}), o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc) $c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c$ (Eq. 1)

Para determinar a espessura do cobrimento é necessário definir a classe de agressividade ambiental na qual a estrutura está inserida (Figura 11). Após a verificação, é possível determinar o cobrimento nominal (Figura 12), definido pela norma NBR 6118:2014, com o acréscimo da tolerância de execução ($\Delta c = 10\text{mm}$) para obras correntes.

Figura 12 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

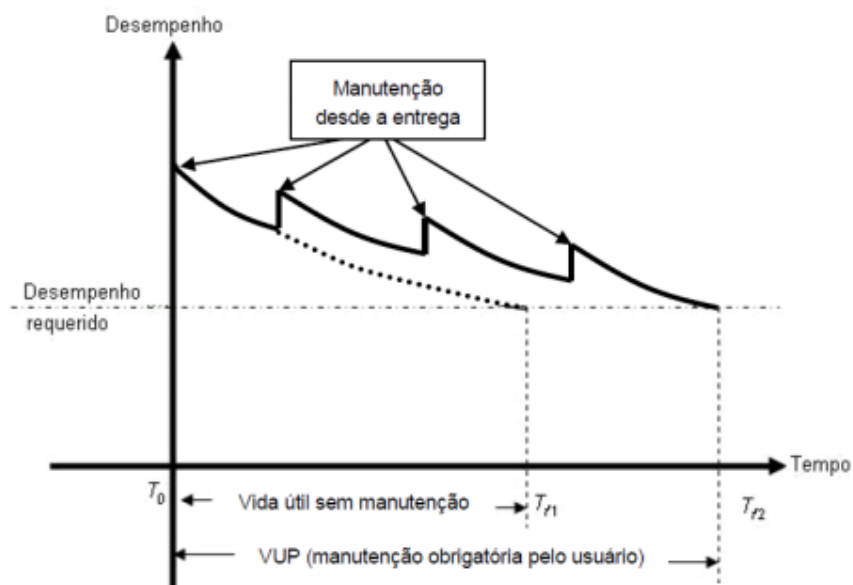
Fonte: ABNT NBR 6118, 2014

Para que uma estrutura mantenha a durabilidade esperada, as fases de projeto, execução e manutenção têm um papel fundamental. Essas fases, quando desprezadas ou mal atendidas, comprometem a durabilidade da estrutura com o aparecimento de manifestações patológicas (fissuras, trincas, corrosão das armaduras, etc.), que dependendo do grau de criticidade podem ocasionar o colapso parcial ou total da estrutura, pois estes problemas patológicos tendem a evoluir com o tempo.

A correta definição dos critérios para garantir adequada vida útil da estrutura, ainda na fase de projeto, é fundamental para se obter uma estrutura econômica. Quanto mais tarde forem tomadas medidas visando à durabilidade, maior será o custo de sua implementação. Assim, o problema da durabilidade deve ser enfrentado de imediato, com o estabelecimento do tempo de vida útil no início da elaboração do projeto estrutura. A partir daí devem-se tomar diferentes medidas para alcançar esse tempo de vida útil (ARAÚJO, 2014, p. 60).

Como consequência das manifestações patológicas geradas pela falta de manutenção, a durabilidade da estrutura é reduzida havendo necessidade de intervenções imediatas de correção a fim de garantir a vida útil de projeto, conforme demonstrado na Figura 13.

Figura 13 - Fases do desempenho de uma estrutura ao longo da vida útil



Fonte: ABNT NBR 15575:2013 –parte 1

3.5 PATOLOGIAS

Patologia das estruturas pode ser definida como “campo da Engenharia das construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismo de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas” (SOUZA E RIPPER, 1998, p.14).

3.5.1 - Suscetibilidade das marquises a patologias

As marquises possuem pouca vinculação e baixo grau de hiperestaticidade, sendo caracterizadas como estruturas isostáticas. Sua instabilidade depende da perda de uma das vinculações, ocasionando o colapso total de sua estrutura, sem aviso (Braguim, 2006 apud WITTKOWSKI, 2010).

Como citado, o concreto apresenta melhor resistência à compressão do que à tração, necessitando da sua aderência com o aço para resistir aos esforços de tração e dessa forma obter uma estrutura dúctil. As marquises são, em sua maioria, lajes engastadas. Seu comportamento estrutural faz com que a maior parte das solicitações estejam na face superior, onde ocorrem os esforços de tração, ou seja, a região com armadura principal (negativa).

O concreto tem um papel fundamental, que é proteger o aço de possíveis agentes externos que podem levá-lo à corrosão. Para que isso não aconteça devem ser tomados todos os cuidados possíveis com os processos executivos (dosagem adequada do concreto, posicionamento das armaduras, tempo de cura, cobrimento de acordo com a classe de agressividade, uso de material adequado, impermeabilização, etc.) e quanto ao uso da estrutura (sobrecarga e manutenções periódicas).

O processo de corrosão pode se instalar e transformar o ferro em óxido de ferro, que é expansivo, abrindo possíveis rachaduras no concreto, que em longo prazo tornar-se-ão mais largas e profundas, facilitando a penetração de agentes agressivos, acelerando o processo de oxidação, levando instabilidade estrutural para a edificação. (DORIGO, 1996)

3.5.2 - Causas das patologias em marquises

De acordo com Medeiros e Grochoski (2007), as causas mais frequentes das manifestações patológicas em marquises são devidas a erros de projeto, falhas de execução e erros de utilização.

Para que ocorra o colapso de uma estrutura, não basta haver falha em apenas uma das etapas, mas sim, a combinação de dois ou mais fatores, agravando as falhas.

Ainda segundo Souza e Ripper (1998), ao projetar uma estrutura, deve-se levar em consideração todos os detalhes, pois os erros originados nessa fase acarretam dificuldades para realizar as correções, sendo ainda, proporcionais ao tempo da falha, ou seja, quanto mais antiga for a origem da patologia, maior será a dificuldade de solução e conseqüentemente maior será o custo, quando comparado às outras etapas da construção.

➤ Falhas de projeto

Segundo Braguim, (2006 apud WITTKOWSKI, 2010), para as estruturas de laje em balanço são considerados erros importantes na etapa de projeto, os seguintes itens:

- a) Detalhamento incorreto das armaduras;
- b) Consideração de cargas menores que as necessárias para a utilização da estrutura - a escolha das cargas a serem consideradas no projeto de uma estrutura deve ser suficiente para garantir que não haja cargas excedentes durante a sua utilização (vida útil);
- c) Falha na escolha da classe de agressividade ambiental - a escolha incorreta da classe de agressividade ambiental determina um cobrimento inadequado para o meio no qual a edificação se encontra, favorecendo assim a entrada de agentes externos pelas fissuras, provocando a corrosão das armaduras.

➤ Falhas de execução

A execução de uma edificação é precedida pelo projeto, o qual obedecer às normas e procedimentos regulatórios da construção civil. Nesta fase, devem ser tomados todos os cuidados necessários para o bom andamento da construção, levando-se em consideração as características da obra, o cronograma de atividades determinado em projeto e a qualificação da mão de obra empregada.

Diversos são os motivos das falhas no processo de execução. Segundo Souza e Ripper (1998), podem ser citados:

- a) Falta de condições no local de trabalho;
- b) Não capacitação do profissional da mão de obra;
- c) Inexistência de controle de qualidade;
- d) Má qualidade dos componentes;
- e) Irresponsabilidade técnica.

A etapa da execução exige atenção especial na construção das marquises, devendo ser atendidas de forma rigorosa as especificações de projeto, principalmente quanto à posição das armaduras, assim como cuidados especiais com os

espaçadores entre as fôrmas e armação, para garantir a espessura de cobrimento adequada.

Outro fator importante é o processo da cura do concreto, conforme estabelecido na NBR 6118:2014, com baixo calor de hidratação, a fim de evitar o aparecimento de fissuras (SINHORELLI, 2016). Os próximos itens trazem maiores informações sobre as falhas geradas nesta etapa.

I. Posicionamento incorreto das armaduras

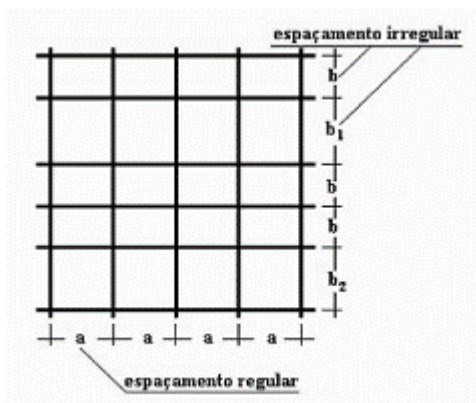
O processo de posicionamento das armaduras deve ser executado conforme previsto em projeto, pois armaduras posicionadas incorretamente, tanto acima quanto abaixo do que foi especificado, podem gerar grandes consequências para a segurança estrutural das peças.

Posicionamento acima do especificado resulta em cobrimento menor, sujeitando a armadura à corrosão. Já um posicionamento abaixo do especificado, apesar de aumentar o cobrimento, reduz a altura útil da estrutura resultando em subdimensionamento da laje frente aos esforços, podendo originar fissuras. (MEDEIROS E GROCHOSKI, 2007)

Souza e Ripper (1998) citam os seguintes itens como causas para o incorreto posicionamento das armaduras:

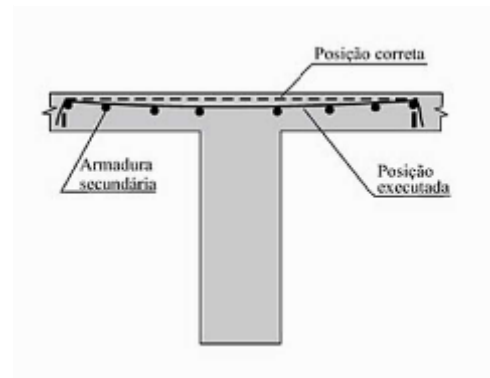
- a) Má interpretação dos elementos do projeto, provocando a troca do posicionamento das armaduras;
- b) Insuficiência de armaduras, o que implica diretamente na resistência da peça estrutural;
- c) Mau posicionamento das armaduras, podendo ser pela falta de observação do correto espaçamento entre as barras (Figura 14), ou pelo deslocamento das barras de suas posições originais (Figura 15), acontecimento recorrente, devido à movimentação de operários durante a montagem, a concretagem ou o adensamento com utilização de vibradores.

Figura 15 - Espaçamento irregular em armaduras em laje



Fonte: Souza e Ripper, 1998

Figura 14 - Armadura negativa da laje em balanço fora de posição



Fonte: Souza e Ripper, 1998

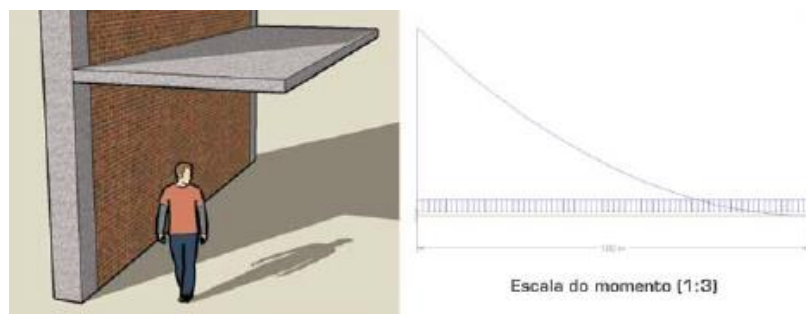
Para que esses deslocamentos não aconteçam, é de extrema importância o acompanhamento do responsável técnico da obra do início ao fim da etapa de concretagem, revendo minuciosamente o posicionamento da ferragem.

II. Escoramento Incorreto

O correto escoramento das estruturas de marquises é realizado em toda a face inferior, do engaste até o apoio. Porém, muitas vezes observa-se realização incorreta, podendo alterar o comportamento estrutural, conforme demonstrado abaixo:

- Marquise sem escoramento e diagrama de momento fletor para a estrutura engastada, observando-se que na vinculação engastada da estrutura é gerado somente um momento negativo distribuído ao longo do seu comprimento.

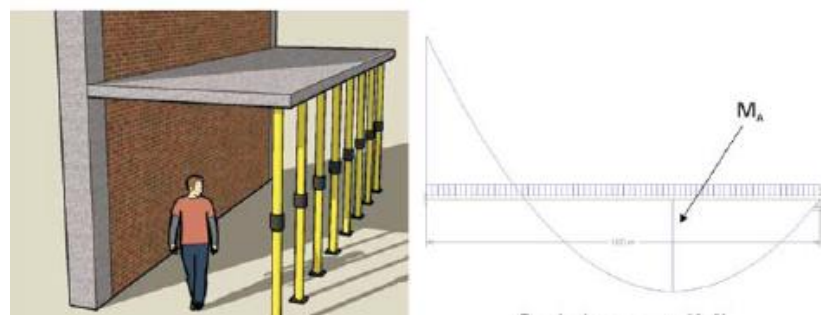
Figura 16 - À esquerda marquise sem escoramento e à direita diagrama do momento fletor



Fonte: Medeiros e Grochoski, 2007

- b) A Figura 17 retrata escoramento único na extremidade. Esse escoramento promove uma mudança no comportamento estrutural da peça, que passa a trabalhar como uma estrutura engastada em uma extremidade e apoiada na outra, alterando o seu diagrama com o acréscimo do momento positivo. Porém, a marquise não apresenta armação para combatê-lo. Essa prática pode causar deformações excessivas, fissuração ou até mesmo a ruína da peça.

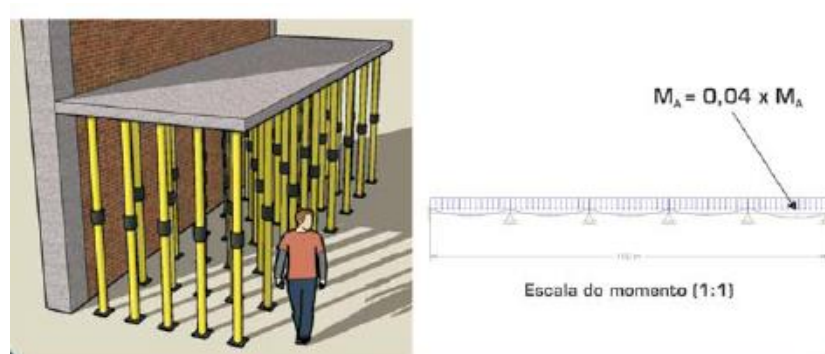
Figura 17 - À esquerda marquise com escoramento em bordo livre e à direita diagrama do momento fletor gerado com o acréscimo do apoio



Fonte: (Medeiros e Grochoski, 2007)

- c) Na Figura 18 observa-se o escoramento correto distribuído ao longo de toda a sua extensão, dando origem à distribuição das cargas em vários apoios, reduzindo o momento gerado com relação a situação b.

Figura 18 - Marquise com escoramento adequado e diagrama correspondente à estrutura.



Fonte: (Medeiros e Grochoski, 2007)

Segundo Souza e Ripper (1998), outros cuidados que devem ser levados em consideração no escoramento da estrutura:

- a) O prumo do escoramento, para que a carga solicitada seja devidamente suprida;
- b) Compactação e nivelamento do terreno onde a escora irá se apoiar a fim de garantir a estabilidade;
- c) O uso de pranchões de madeira para aumentar a área de contato e diminuir a tensão aplicada no solo;
- d) A retirada do escoramento é realizada primeiramente no ponto de engastamento e por último na borda livre.

➤ **Erros na etapa de utilização**

Com o término das fases de projeto e execução da edificação, e mesmo que estas etapas tenham sido de qualidade adequada e não tenham falhas, as estruturas podem manifestar patologias originadas pela utilização inadequada ou pela falta de manutenção periódica adequada.

Dessa forma o usuário torna-se o maior responsável pela etapa de uso, operação e manutenção da edificação. No caso de marquises a falta de manutenção e a aplicação de sobrecargas são os erros mais consideráveis que podem levar ao colapso da estrutura. Detalhes a seguir:

I. Falta de manutenção

Após o processo de construção da estrutura, alguns cuidados devem ser executados e/ou tomados a fim de garantir a sua vida útil. Portanto, deve-se levar em consideração o desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva, a fim de garantir o desempenho durante a vida útil da estrutura e realizando de maneira periódica inspeções, e quando necessário, intervenções.

Manutenção pode ser definida como “o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender às necessidades e segurança dos seus usuários” (NBR 5674:2012).

O surgimento das manifestações patológicas por falta de manutenção ou realização inadequada ocorre por falta de informação ao usuário, desconhecimento

técnico das limitações estruturais, incompetência e desleixo dos proprietários. Ainda no caso de marquises, a falta de manutenção pode gerar manifestações patológicas, podendo levar ao colapso da estrutura (SOUZA E RIPPER, 1998).

É de extrema importância a manutenção do sistema de impermeabilização em estruturas de marquises, pois como já mencionado, trata-se de uma laje engastada que gera esforço maior na parte superior da estrutura.

O serviço de impermeabilização tem como função evitar a percolação da água e o processo de umidade, que como consequência, aceleram a deterioração das estruturas por meio da indução de degradação do concreto, corrosão das armaduras e anomalias em revestimentos, comprometendo a durabilidade da edificação.

II. Sobrecarga

De acordo com Bastos (2006), a utilização de cargas não previstas em projeto é bastante comum em marquises e pode ser tanto um fator prejudicial à sua durabilidade como causar o seu colapso. Os casos mais comuns de sobrecargas em marquises são:

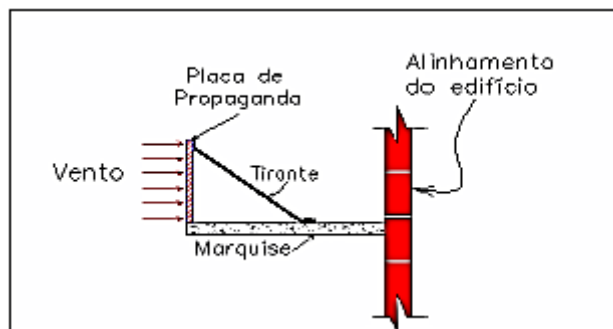
- a) Sobreposição do sistema de impermeabilização: para a realização do sistema de manutenção da impermeabilização, muitas empresas tendem a tomar o caminho mais prático, aplicando uma nova camada de impermeabilização sobre a antiga, ao invés de remover todo o sistema e realizar um novo. A prática de sobrepor camadas, quando realizada diversas vezes, acaba provocando carregamento adicional sobre a estrutura, podendo ocasionar o seu rompimento.
- b) Acúmulo de água e sujeira: sem a devida manutenção e limpeza no sistema de drenagem das marquises, as tubulações de escoamento de água podem ficar obstruídas devido ao acúmulo de detritos, originando sobrecarga na estrutura.
- c) Instalação de equipamentos (ar condicionado e letreiros): tendo em vista, que a maioria das lojas comerciais possui marquises, é comum observar a instalação de equipamentos sob ou sobre a marquise, podendo ocasionar deformações excessivas, aparecimento de fissuras e como já citado, a queda da estrutura. É importante destacar que o esforço do vento sobre os letreiros é

transmitido à marquise, gerando uma ação variável a mais, além do peso próprio do letreiro (vide Figura 19).

- d) Construção de muretas e/ou grades: É comum verificar casos de construção de muretas e grades para transformá-la em sacada, que assim como os letreiros, representam sobrecarga e recebem a influência do vento, podendo levá-la à ruína.

Segundo Alvez, (2007 apud OLIVEIRA, 2013), é importante destacar que outro fator importante, que pode prejudicar a durabilidade da estrutura, é a má utilização de elementos perfurantes para a fixação de suportes e anúncios, prejudicando o sistema de impermeabilização.

Figura 19 - Incidência do vento sobre placas de anúncio



Fonte: Dorigo, 1996

III. Cuidados com o sistema de drenagem

Bastos (2006) cita a importância da drenagem visando a durabilidade, baseado no item 7.2 da NBR 6118. Deve-se tomar os seguintes cuidados:

- a) Presença ou acúmulo de água proveniente de chuva ou decorrente de água de limpeza e lavagem, sobre as superfícies das estruturas de concreto;
- b) Superfícies expostas que necessitem ser horizontais, tais como coberturas, pátios, garagens, estacionamentos e outras, devem ser convenientemente drenadas, com disposição de ralos e condutores;
- c) Todas as juntas de movimento ou de dilatação, em superfícies sujeitas à ação de água, devem ser convenientemente seladas, de forma a torná-las estanques à passagem (percolação) de água;

d) Todos os topos de platibandas e paredes devem ser protegidos por chapins. Todos os beirais devem ter pingadeiras e os encontros a diferentes níveis devem ser protegidos por rufo.

3.5.3 Manifestações patológicas em marquises

Todas essas falhas citadas podem, individualmente ou em conjunto, criar condições para o enfraquecimento da estrutura, criando facilidades para a atuação dos agentes deteriorantes, que levam à oxidação da armadura, à degradação do concreto e, conseqüentemente, à redução da sua vida útil.

3.5.3.1 Deterioração do concreto

A NBR 6118:2014, cita diversos mecanismos de deterioração do concreto. Porém, conforme Jordy, Mendes e Alves (2006), para as estruturas de marquises, destacam-se a lixiviação, a carbonatação e a fissuração do concreto.

Dentre as diversas causas já citadas dos fenômenos patológicos, a água tem um papel fundamental na ocorrência da patologia, pois está presente em todo tipo de deterioração, permitindo assim a facilidade de agredir o concreto, tornando-o mais poroso e diminuindo a sua resistência (MEHTA E MONTEIRO, 2014).

➤ Lixiviação e Eflorescência

Lixiviação é o processo de compostos químicos da massa de cimento Portland com a ação de águas puras ou com poucas impurezas.

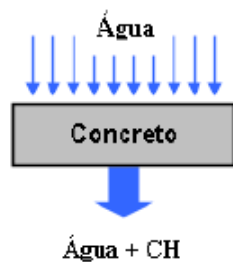
A massa de cimento Portland hidratada possui em sua fase sólida hidratos de cálcio relativamente insolúveis, que se encontram em equilíbrio estável com a solução dos poros de alto pH. Dependendo da concentração dos íons e de sua composição o valor do pH do concreto pode variar entre 12,5 e 13,5. (MEHTA E MONTEIRO, 2014)

Ainda segundo o autor, teoricamente, qualquer ambiente com pH menor que 12,5 é considerado agressivo, pois ocorre a dissolução do hidróxido de cálcio (CH), (responsável por manter o pH do concreto) o que possibilita ações de agentes externos na armadura, podendo ocasionar corrosão do aço e conseqüentemente diminuir a resistência da estrutura. Ou seja, a maioria das águas industriais e naturais

será agressiva ao concreto de cimento Portland. No entanto, a sua agressividade depende do pH do fluido (água) e da permeabilidade do concreto.

Quando a água entra em contato com o concreto, o CH tende a se hidrolisar, por possuir alta solubilidade, carregando-os para a superfície, conforme demonstrado na Figura 20.

Figura 20 - Ação da lixiviação do Hidróxido de Cálcio



Fonte: Lima, 2007

Esse tipo de patologia se manifesta segundo Lima (2007) em forma de eflorescência e consequente formação de uma crosta esbranquiçada e até estalactites na superfície inferior da marquise. Esse fenômeno é causado pela dissolução e carregamento do CH até a superfície, onde ele é carbonatado devido à ação do Dióxido de carbono - CO_2 .

Figura 21 - Formação de estalactite



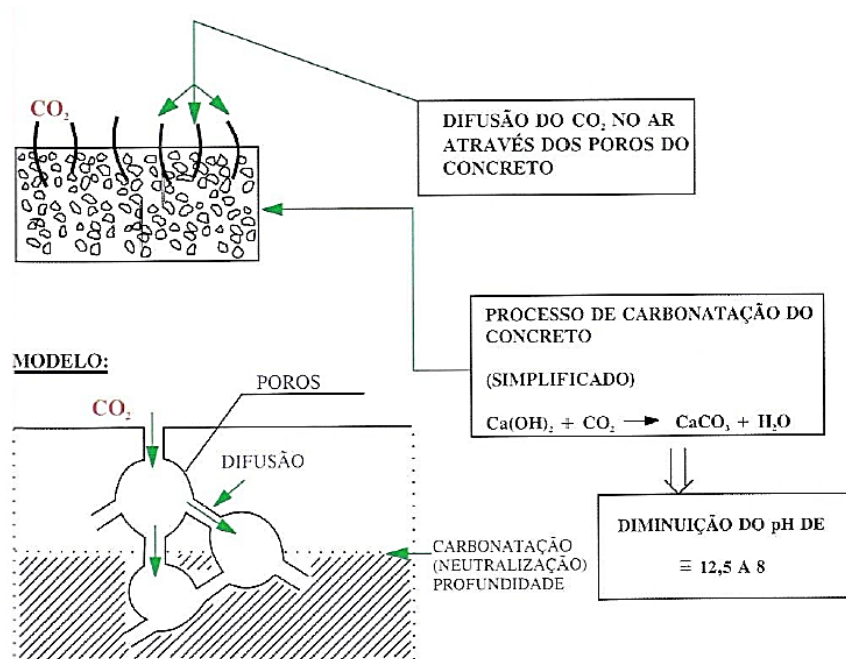
Fonte: Bernhoeft, 2017

Resumidamente o processo de lixiviação é a confirmação de que a estrutura de concreto perdeu sua proteção química, ou seja, está vulnerável à corrosão da armadura.

➤ Carbonatação

A carbonatação mais comum é devida ao CO_2 atmosférico, que reduz a concentração do pH do concreto, causando carbonatação dos compostos hidratados do cimento, como o CH. Essa reação química forma o carbonato de cálcio, cujo o pH é inferior ao reagente, formando uma frente de carbonatação que penetra na superfície inferior, que com o tempo pode atingir a armadura, quebrando o filme óxido que a protege, levando à corrosão da armadura (IBRACON, 2005).

Figura 22 - Processo de carbonatação do concreto



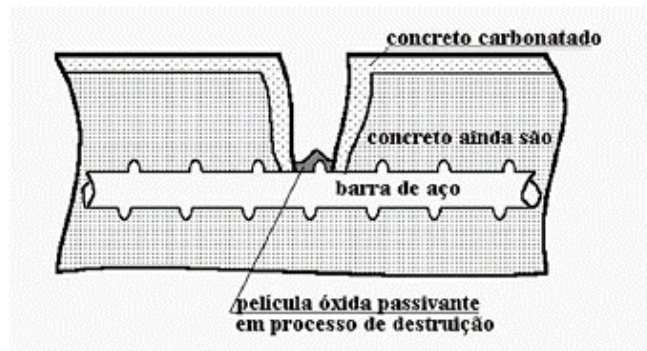
Fonte: Ibracon, 2005

A intensidade da corrosão causada pela carbonatação é diretamente influenciada pela espessura do cobrimento do concreto, determinado pela classe de agressividade ambiental, que quanto menor for, mais rapidamente chegará à armadura.

A grande concentração de CO_2 no ar atmosférico às margens das rodovias favorece a ocorrência desse fenômeno em marquises, tendo em vista a proximidade da via com as calçadas, como no caso da via W3 Sul. Além desse poluente, outras substâncias presentes na atmosfera “que se depositam na superfície das peças estruturais e, com ocorrência de chuvas, criam ambiente propício para a dissolução da matriz, por gerar produtos ácidos, e/ou para o crescimento de fungos e vegetação.” (IBRACON, 2005, p. 732).

Nos casos em que a abertura das fissuras é maior que 0,4mm, a penetração da carbonatação é acelerada, seguindo o percurso das fendas para o interior do concreto em direção às barras da armadura, ocasionando inevitavelmente a corrosão, como demonstrado na Figura 23 (SOUZA E RIPPER, 1998).

Figura 23 - Carbonatação condicionada pela fissuração



Fonte: Souza e Ripper, 1998

➤ Fissuração

Segundo a NBR 6118 (2014, p. 79):

“A fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, devido à grande variabilidade e à baixa resistência do concreto à tração, mesmo sob as ações de serviço (utilização), valores críticos de tensões de tração são atingidos. Visando obter bom desempenho relacionado à proteção das armaduras quanto à corrosão e a aceitabilidade sensorial dos usuários, busca-se controlar a abertura dessas fissuras”.

Como já citado, as fissuras facilitam a entrada de agentes agressivos, como por exemplo, o CH e CO₂, que por consequência podem ocasionar a despassivação das armaduras.

As fissuras em estruturas de concreto podem ter diversas origens e diferentes processos, sendo necessário determinar precisamente quais são as causas e efeitos para a sua classificação, bem como a sua extensão e a profundidade de tais aberturas. (SOUZA E RIPPER, 1998)

A ABNT NBR 6118 (2014), determina o tamanho da abertura de fissuras de modo que não comprometa a durabilidade da estrutura. Na figura 24, verifica-se que o tamanho da abertura para estruturas de concreto armado é limitado entre 0,2mm e 0,4mm.

Figura 24 - Abertura máxima de fissuras devido à proteção da armadura

Tipo de concreto estrutural	CAA (Classe de agressividade Ambiental)	Fissuração máxima ELS-W (Estado limite de abertura das fissuras)
CONCRETO ARMADO	CAA II (agressividade moderada em ambiente urbano)	ELS-W $\leq 0,3$ mm

Fonte: NBR 6118:2014 – Adaptada pelo autor

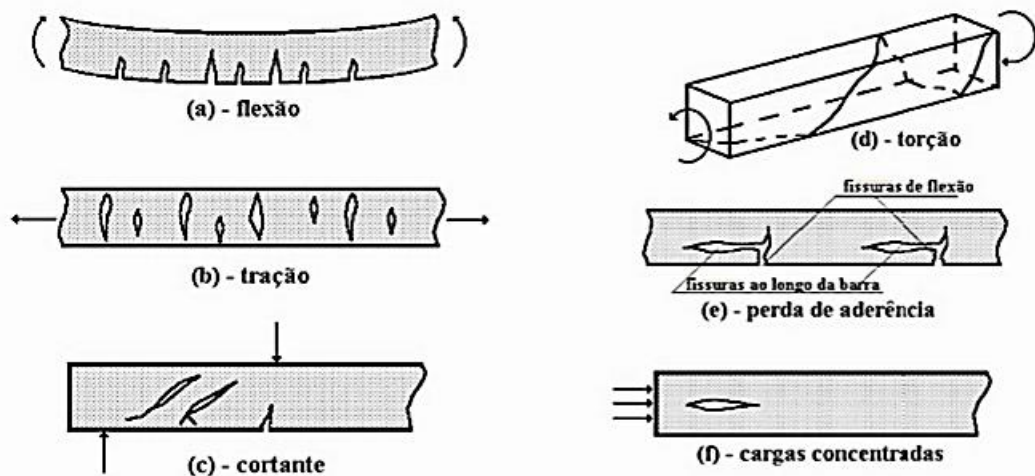
Segundo Alves (2007), as fissuras e a corrosão nas estruturas em balanço, como as marquises, onde as trações localizam-se na parte superior, são de difícil detecção numa análise visual, pois as fissuras ocorrem na direção transversal à armadura. Por se tratar de uma estrutura que se rompe facilmente sem aviso, a abertura das fissuras determinada pela norma NBR 6118 não atende os casos de marquise, devendo ser aplicada para aberturas inferiores a 0,1mm.

A fissuração do concreto em marquises tem sua origem em diferentes processos, os quais são citados abaixo:

a) Deficiência de projeto

As deficiências na fase de projeto têm influência direta na formação de fissuras, e a configuração reflete o esforço a que estão submetidas as peças estruturais, conforme detalhado na Figura 25.

Figura 25 - Algumas configurações genéricas de fissuras em função do tipo de solicitação

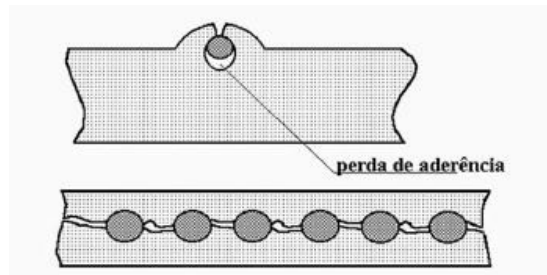


Fonte: Souza e Ripper, 1998

b) Assentamento do concreto e Perda de aderência da armadura

Este tipo de fissuração ocorre sempre que o movimento da massa do concreto é impedido pela presença de fôrmas ou de barras da armadura, sendo maior quanto mais espessa for a camada de concreto.

Figura 26 - Fissuração devido ao assentamento



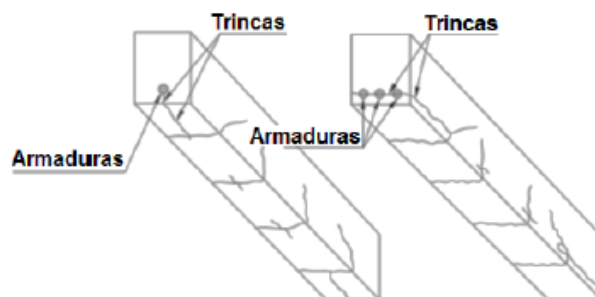
Fonte: Souza e Ripper, 1998

As fissuras formadas pela perda de aderência entre o concreto e as armaduras, consistem na formação de vazios por baixo da barra devido ao mal adensamento. Essas fissuras podem interagir, formando a perda total da aderência da barra com o concreto.

c) Corrosão das armaduras

A ocorrência de corrosão das armaduras em uma marquise pode gerar trincas típicas provocadas pela expansão dos produtos da corrosão, conforme demonstrado na Figura 27.

Figura 27 - Trincas provocadas por corrosão das armaduras



Fonte: Dnit-IPR XXX, 2010 apud CONCEIÇÃO, 2011 p. 30

d) Retração

Segundo Mheta e Monteiro (2014), o processo de retração ocorre quando há perda de água da pasta de cimento hidratada¹. Se não houver o processo adequado de cura² enquanto o concreto ainda se encontra no estado fresco, ocorre a retração por secagem alterando o seu volume e aumentando o índice de vazios. Esse fator ocorre devido ao calor gerado pela hidratação do cimento sem a devida compensação térmica e hidráulica, por simples resfriamento a temperatura ambiente.

O processo de retração pode ocorrer também durante a vida útil da estrutura, devido à remoção da água interlamelar³ e da água adsorvida da matriz do concreto, que se encontrava física e quimicamente ligada aos sólidos. Isso acontece quando a umidade relativa do ar chega a 30%. (MEHTA E MONTEIRO, 2014)

A retração causa tensões de tração, que não são suportadas pelo concreto, originando o surgimento de fissuras.

e) Variação de temperatura

A variação de temperatura é uma situação típica que ocorre em marquises e coberturas, pois esse tipo de fissuração é bastante comum devido à exposição às intempéries (sol, chuva, calor durante o dia e temperaturas amenas à noite), que levam a gradientes térmicos naturais, gerando movimentos diferenciados entre os elementos verticais e horizontais e resultando em fissuras (GOMES et al, 2003).

➤ Mofo ou bolor

O acúmulo de fungos nas camadas de revestimento, seja ele dos mais variados tipos, geram colônias que se alimentam de materiais orgânicos. Os locais ideais para a sua proliferação são áreas que apresentam umidade por condensação e que não haja água corrente.

¹ Reações químicas que ocorrem na mistura do cimento com a água.

² Cura: Combinação de condições (tempo, temperatura e umidade) que mantem a hidratação do cimento, logo após o lançamento da mistura de concreto na fôrma (MEHTA E MONTEIRO, 2014).

³ Água interlamelar: Água associada a estrutura do C-S-H. Perda somente por secagem forte (JUNIOR, 2013).

➤ **Ações biológicas**

Dentre os agentes causadores da deterioração e desagregação do concreto são as ações biológicas como o crescimento de vegetação, organismos e microrganismos localizados na estrutura.

A vegetação acontece principalmente através de pequenas falhas de concretagem, ou pelas fissuras e juntas de dilatação. Ao penetrarem no concreto e acharem o ambiente próprio ao seu desenvolvimento, ocupa espaço dentro da massa estrutural, podendo gerar tensões internas e consequentemente fraturando o concreto e possibilitando a penetração de água na estrutura.

O desenvolvimento de micro-organismos, na maioria constituída de algas, líquens, fungos e musgos formam colônias na superfície da fachada, alterando a aparência das mesmas. Seu desenvolvimento está baseado na presença de umidade e sais minerais, potencializada a sua ocorrência em regiões de maior fluxo ou retenção de água, porosidade da superfície e menor insolação.

3.5.3.2 Deterioração da armadura

O concreto proporciona ao aço uma dupla proteção. Primeiramente devido ao cobrimento, que como uma proteção física separa o aço do contato direto com o meio externo, e segundo uma proteção química, devido ao elevado pH do concreto que possibilita a formação de uma película protetora que envolve o aço (FIGUEIREDO E MEIRA, 2013).

Medeiros e Grochoski (2007) afirmam que a porta de entrada de agentes agressivos à armadura é a fissura. Pois sem um adequado sistema de impermeabilização, os íons cloreto e os poluentes atmosféricos, como o gás carbônico e sulfatos, reagem com a água da chuva formando a chuva ácida, que possui alto poder de deterioração do aço, facilitando a corrosão da armadura, que como já citado anteriormente diminuí a resistência da estrutura, podendo levar ao colapso.

4 METODOLOGIA

A metodologia que será utilizada neste trabalho parte de uma revisão bibliográfica pautada no comportamento estrutural de lajes em concreto armado, em particular as marquises, bem como dos tipos e causas da deterioração das estruturas.

Essa revisão forneceu um embasamento para a identificação das causas e formas de apresentação das manifestações patológicas, bem como da vinculação das mesmas ao risco de desabamento.

Em um segundo momento, foi realizada uma visita técnica na avenida W3 Sul e de acordo com o nível de deterioração da estrutura, foram escolhidas 4 marquises para o estudo de caso deste trabalho.

Após a escolha das estruturas de estudo, no dia 02 de junho de 2019 foi realizado o método de inspeção visual, a fim de se verificar o cenário das manifestações patológicas presentes nas estruturas. Desta forma foram observados os sintomas e anotados com auxílio do preenchimento de um check-list (anexo A), para coleta de dados e informações sobre a marquise.

Por se tratar apenas de uma inspeção visual a fim de verificar como se encontram as marquises do local, não foi possível neste estudo utilizar um método mais detalhado, com a realização de ensaios não destrutivos, com o uso de equipamentos, bem como amparo em estudos técnicos e documentos oficiais para averiguação do elemento estrutural.

As manifestações patológicas identificadas foram registradas por meio de fotografias, com a finalidade de analisá-las e classificá-las para identificação do estado de conservação da estrutura.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O local de estudo é a via W3 Sul, localizada na região sul do Plano Piloto de Brasília, entre as quadras 500 e 700. Trata-se de uma avenida construída no início de Brasília e projetada por Lúcio Costa. A via foi projetada para intensa atividade comercial e institucional.

A via W3 Sul possui aproximadamente 6km de extensão, dividida em quadras e estas em blocos. Entre as quadras 501 e 516 é composta por edificações de até 4 pavimentos de uso misto (comercial e residencial), dotadas de marquises que formam um contínuo, com a finalidade de proteção para os pedestres.

Ao passar dos anos com o desenvolvimento de Brasília e a fundação das cidades satélites e o surgimento dos shoppings, o comércio da W3 deixou de ser prioridade e atualmente a sua comercialização está praticamente abandonada, devido à falta de investimento na região, à insegurança e à falta de manutenção.

Figura 28 - Localização da via W3-Sul



Fonte: Google Maps, adaptado pelo autor, 2019

5.2 MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS

Nos tópicos abaixo alguns exemplos apresentam os principais resultados obtidos nas vistorias realizadas nas marquises na via W3 Sul. No ato da vistoria buscou-se identificar as patologias construtivas mais comuns em marquises e os riscos à segurança das estruturas e aos transeuntes.

Vale ressaltar que as quadras analisadas são divididas em três blocos (A, B e C), constituídos por 8 edificações geminadas, onde o encontro das marquises é um ponto bastante crítico e propício a infiltrações que atingem ambas as edificações.

Marquise 1- Localizada na quadra 514, Bloco A.

A marquise 1 possui manifestações patológicas em toda a sua extensão. Observam-se manchas de umidade, infiltrações, fissuras, presença de vegetação, sobrecarga do outdoor de divulgação, perfuração na marquise, deslocamento do concreto e armadura exposta.

Figura 29 – Fachada



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 30 – Face inferior



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 31 - Diversas manchas de umidade e pontos de infiltração na face inferior



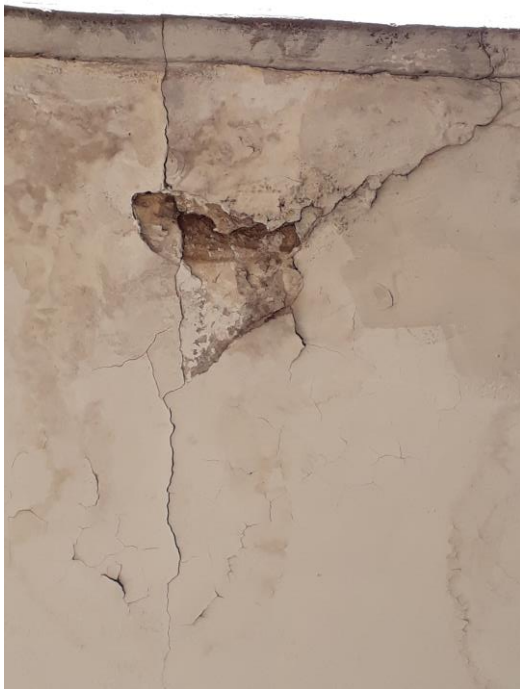
Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 32 – Deslocamento do cobrimento com armadura exposta e pontos evidentes de corrosão



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 34 - Fissuração



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 33- Ponto de perfuração da marquise



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 35 - Face superior com acúmulo de detritos impossibilitando o funcionamento do sistema de drenagem, presença de vegetação e instalação de painel publicitário



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 36 - Borda frontal com deslocamento do concreto e fissuração



Fonte: Próprio Autor, 2019

Marquise 2- Localizada na quadra 510, Bloco A.

Na marquise 2 observam-se manchas de umidade, bolores, musgos, infiltrações, fissuras, presença de vegetação, eflorescência com corrosão da armadura, sobrecarga do outdoor de divulgação, perfuração da marquise e sistema de impermeabilização ineficiente.

Figura 37– Fachada



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 38 - Face Inferior



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 39 - Manchas de umidade e pontos de infiltração na face inferior



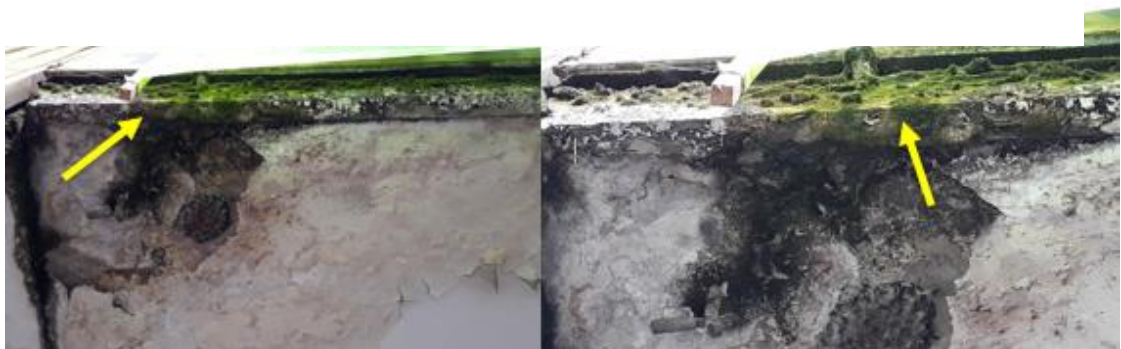
Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 40 - Fissura longitudinal a armadura, apresentando sinais de eflorescência com possível corrosão da armadura



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 41 - Presença de musgos devido a umidade



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 42 - Perfuração da marquise



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 43 - Face superior da marquise



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 44 - Diversos pontos de fissuras com presença de vegetação na face superior



Fonte: Próprio Autor, 2019

Marquise 3 - Localizada na quadra 507, Bloco B.

Na marquise 3 observam-se fissuras, presença de vegetação e musgos, deslocamento do cobrimento ocasionando exposição e consequentemente corrosão da armadura, sistema de impermeabilização ineficiente, perfuração da marquise e falta de drenos.

Figura 45 - Fachada



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 46 - Face inferior



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 47 - Deslocamento do cobrimento e corrosão da armadura



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 48- Perfuração da estrutura



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 49 - Face superior da marquise



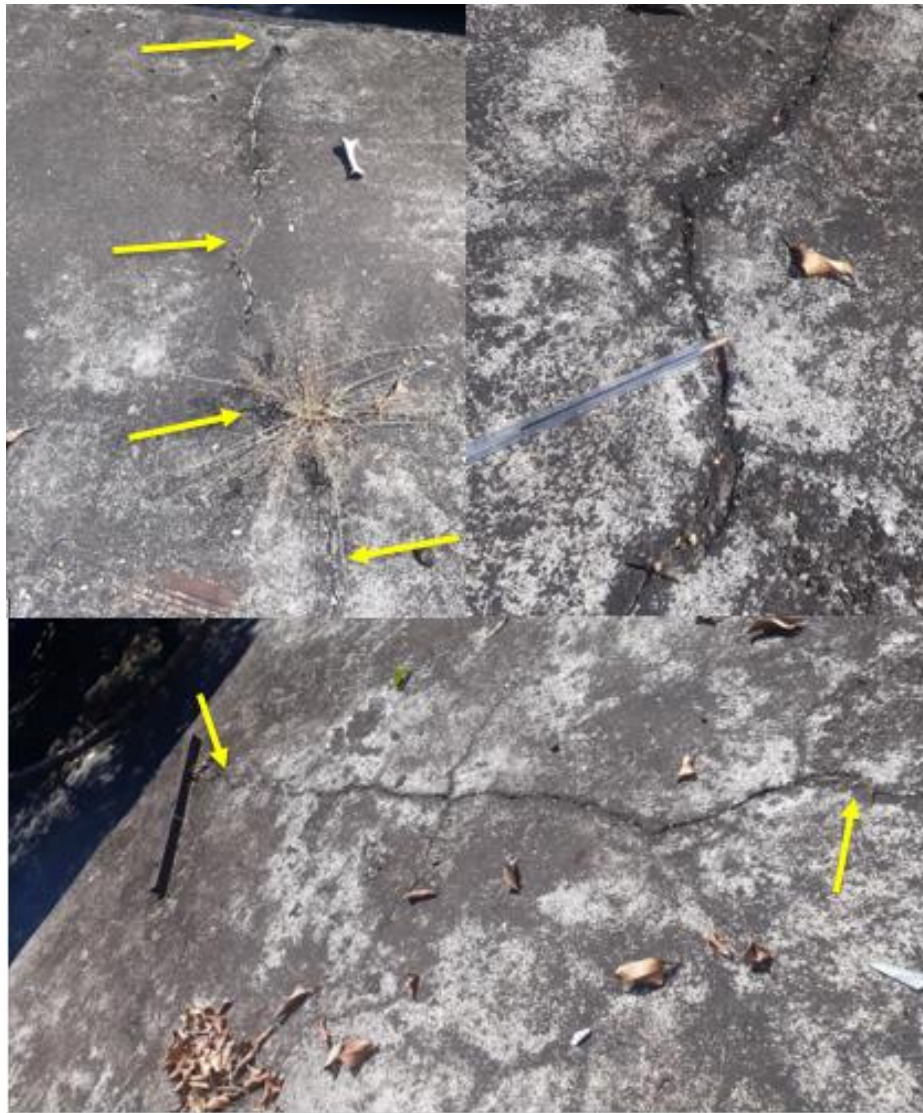
Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 50 - Presença de vegetação



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 51 - Fissuras na face superior e visível impermeabilização ineficiente



Fonte: Próprio Autor, 2019

Marquise 4 - Localizada na quadra 507, Bloco B.

Na marquise 4 observam-se, grande concentração de vegetação e musgos, sistema de drenagem e impermeabilização ineficiente e sobrecarga de estrutura metálica no ponto de engastamento.

Figura 52 – Fachada



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 53 - Face inferior



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 54 - Infiltração, manchas de umidade, bolor e desagregação da pintura



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 55 - Face superior com presença de vegetação, sobrecarga com placa metálica no ponto de engastamento e acúmulo de detritos



Fonte: Próprio Autor, 2019

6 ANÁLISES E RESULTADOS

Diante das observações verificadas no local de estudo, foi possível analisar que as patologias se repetem em praticamente todas marquises, demonstrando a falta de manutenção por parte dos responsáveis e proprietários. Na Tabela 01, apresenta-se o quantitativo da incidência das manifestações referente às marquises vistoriadas.

Tabela 1 - Percentual de incidência para cada tipo de patologia

PATOLOGIA:	MARQUISE				%
	1	2	3	4	
MOFO, BOLOR E MUSGO	X	X	X	X	100%
VEGETAÇÃO	X	X	X	X	100%
INFILTRAÇÕES	X	X	X	X	100%
MANCHAS DE UMIDADE	X	X	X	X	100%
IMPERMEABILIZAÇÃO INEFICIENTE	X	X	X	X	100%
FISSURAÇÃO	X	X	X		75%
FUROS NA ESTRUTURA	X	X	X		75%
DRENAGEM COMPROMETIDA	X	X		X	75%
CORROSÃO	X	X	X		75%
FERRAGEM EXPOSTA	X		X		50%
SOBRECARGA	X	X			50%
DESPLACAMENTO DO COBRIMENTO	X		X		50%
EFLORESCÊNCIA		X			25%
DESPLACAMENTO DO CONCRETO	X				25%
AUSÊNCIA DE DRENOS			X		25%

Fonte: Próprio Autor, 2019

➤ Falta ou falha do sistema de impermeabilização e drenagem

Todas as marquises analisadas possuem: umidades, mofos, bolores, musgos, vegetação, manchas de umidade e um sistema de impermeabilização ineficiente. Estas manifestações patológicas ocorrem de forma conjunta, devido à falta ou falha do sistema de impermeabilização e/ou drenagem.

As estruturas de marquise devem possuir um sistema de impermeabilização eficaz, que seja capaz de impedir a penetração de água na estrutura, evitando o surgimento de outras patologias.

➤ Perfurações para instalações variadas

A perfuração, tanto na face inferior quanto superior da marquise, compromete o sistema de impermeabilização, facilitando a presença de vegetação e a entrada de agentes agressivos.

A presença de painéis publicitários fixados na estrutura, gera sobrecarga não projetada, podendo causar flechas e fissuras na estrutura e até levar ao colapso.

➤ Presença de Vegetação

A presença de vegetação ocorre em locais com aberturas por fissuras ou furos na estrutura, que inicialmente não representa grandes problemas, mas que se não for tratada em tempo pode enfraquecer a estrutura.

Na avenida W3 possui árvores muito próximas à face superior das marquises, que como consequência, promove um ambiente de concentração de aves, principalmente pombos, que além de transmitirem doenças pelas fezes podem prejudicar a estrutura devido à acidez.

➤ Presença de Fissuras

Foram encontradas muitas fissuras próximas a letreiros, regiões de contato entre marquises vizinhas, recortes e furos executados na laje, entre outras intervenções que foram responsáveis por ocasionar um quadro de fissuração.

A presença de fissuras e infiltrações aliadas ao CO₂ ocasiona a corrosão da armadura, que como consequência pode levar à desagregação do concreto que o envolve, levando ao deslocamento e à exposição da armadura aos agentes agressivos.

A armadura exposta é a manifestação patológica de maior preocupação, pois diminui a resistência da estrutura, que aliada à presença de outros fatores pode levar ao colapso.

➤ Eflorescência

A eflorescência foi encontrada em somente uma marquise, onde é visível a corrosão da armadura através da cor “alaranjada”. Essa patologia aparece de forma combinada com o processo de lixiviação, que ocorre através da dissolução do hidróxido de cálcio da pasta de cimento devido à presença de água nos poros do concreto, ocasionando a redução do pH do concreto.

Acredito que a porcentagem desta patologia pode ser maior que a indicada pela pesquisa, pois a simples troca do revestimento da marquise esconderia os sintomas da patologia, dificultando sua identificação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme ficou evidenciado neste trabalho, as marquises de concreto armado merecem atenção e um cuidado especial por serem estruturas características que se rompem sem aviso prévio, ou seja, rompem repentinamente sem demonstrar nenhum sinal.

Neste estudo de caso é visível a presença de manifestações patológicas na maioria das marquises observadas, não somente nos casos escolhidos para serem estudados neste trabalho, mas também na maior parte das estruturas deste tipo localizadas na via W3 Sul.

Observou-se que em grande parte das estruturas, o maior problema está relacionado à falta de manutenção, que muitas vezes não é de conhecimento por parte dos proprietários das edificações e certas manifestações patológicas como por exemplo pequenas fissuras e infiltrações não tratadas, que evoluem para sérios problemas.

A presença de manifestações patológicas é agravada através do grande fluxo de veículos, principalmente os pesados, que proporcionam vibrações e um ambiente agressivo para as estruturas de concreto armado.

Com isso, existem diversas manifestações patológicas nas marquises da via W3 Sul que necessitam de correção imediata, tendo em vista que seu rompimento é sem aviso prévio e as pessoas que ali transitam correm risco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Aline. **Perigo Suspenso: Cuidados com armaduras, concreto e drenagem são fundamentais nas estruturas de balanço.** [s.l.], Revista: Técnica Edição 120, mar 2007. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/120/perigo-suspenso-queda-de-marquises-alerta-para-o-risco-285374-1.aspx>. Acesso em: 26 maio de 2019.
- ARAÚJO, J. M. de. **Curso de concreto armado.** 4 Ed. Rio Grande: Dunas, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Desempenho de edificações habitacionais.** 4. Ed. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** 2. Ed. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.** 3. Ed. Rio de Janeiro, 2014.
- BASTOS, PAULO. S. dos. **Estruturas de concreto IV: Marquises.**, Bauru- SP, 2006. Notas de aula, Universidade estadual paulista – Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto4/MARQ.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2019.
- BERNHOFER, Luiz Fernando. Patologia das construções de Edifícios **in: Manifestações patológicas das impermeabilizações: Problema Patológico e recuperação das impermeabilizações.** Recife: IBI, 2017. p. 141 – 180.
- BOTELHO, M. H. C; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo: Volume 1.** 7 Ed. São Paulo: Blucher, 2013.
- CARMO, Marco Antonio. **Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí.** 2009. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2009. Disponível em: http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_MarcoAntoniidoCar mo.pdf. Acesso em: 02 maio. 2019.
- CARVALHO, R. C; FILHO J. R. F de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118:2014.** 4 Ed. São Carlos: edufscar, 2016.
- CARVALHO, L. **Projeto arquitetônico de Lucio Costa para Brasília completa 60 anos.** G1, Brasília, 18 de março de 2017. Disponível em <https://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/projeto-arquitetonico-de-lucio-costa-para-brasil-60-anos.ghtml>. Acesso em 27 de maio de 2019
- CONCEIÇÃO, A. L. S. **Ocorrências operacionais envolvendo marquises de concreto armado não colapsadas: uma análise da atuação do cbmdf.** 2011.

Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais em Administração Corporativa do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal) - Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina, Brasília, 2011.

DETRAN/GEREST, **Frota De Veículos Registrados No Distrito Federal, Detran, Distrito Federal, 03 maio de 2018**. Disponível em: <http://www.detran.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Frota-de-ve%C3%ADculos-registrados-no-DF-Abril-2018.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019.

DORIGO, F. Acidentes em marquises de edifícios. *In*: CUNHA, A.J.P; LIMA. N. A. SOUZA, V. C. M. **Acidentes estruturais na construção civil**. São Paulo: PINI, 1996. p.161-168.

FIGUEIREDO, E. P.; MEIRA, G. Boletim Técnico 6 – **Corrosão das Armaduras das Estruturas de Concreto**, Alconpat Brasil, 2013

GIONGO, J. S. **Concreto armado**: Introdução e propriedades dos materiais. São Paulo, Notas de aulas, Escola de engenharia de São Carlos – USP, 2007.

GOMES, A. M. et al. Proposta de Norma para inspeção de Marquises. *In*: XII COBREAP – **Congresso Brasileiro de Avaliações e Perícias**, 2003, Belo Horizonte. Anais do XII COBREAP. Disponível em: <http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Proposta-de-Norma-para-Inspecao-de-Marquise.pdf>. Acesso em: 27 maio. 2019.

IBRACON Revista de Estruturas e Materiais. [s.l], 2015. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.33AA3DBA&lang=pt-br&site=eds-live> . Acesso em: 20 maio. 2019.

JORDY, João Cassim; MENDES, Luiz Carlos; ALVES, Vancleir Ribeiro. Análise e Procedimentos Construtivos de Estruturas de Marquises com Propostas de Recuperação Estrutural. *In*: **Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural**, Campinas, 32., 2006. Anais..., Campinas: Trabalho JOR0431, 2006. p. 359-369.

JÚNIOR, A. C. L. Responsabilidades, manutenção e garantia. *In*: Júnior, A. C. L et al. **Patologia das construções**. Recife: EDUPE, 2013. p. 19- 29.

KRIPKA, MOACIR. **Análise estrutural para engenharia civil e arquitetura**: estruturas Isostáticas. 2 Ed. São Paulo: Pini, 2011.

LIMA, Marcelo Batista. **Materiais de construção civil II**. Luziânia: Notas de Aula - Universidade Estadual de Goiás, 2007.

MEDEIROS, M. H. F de; GROCHOSKI, M. **Marquises**: por que algumas caem? Concreto e Construções. São Paulo, ano 34, n. 46, p. 95-103, abr./maio/jun. 2007. Disponível em:

http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Concreto_46final.pdf. Acesso em: 05 fev. 2019

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 3. Ed. São Paulo: Ibracon, 2014.

OLIVEIRA, B. E. **Marquises de concreto armado: identificação de manifestações patológicas na estrutura e proposta de soluções**. 2013 Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.FBB2165E&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 27 abr. 2019.

PORTO T. B.; FERNANDES. D. S. G. **Curso básico de concreto armado**. [s.l.]: Oficina de Textos, 2015.

RIZZO, Bruno Engert. **Marquises: uma abordagem técnica**. Rio de Janeiro, Centro de estudos e pesquisa de desastres, Defesa Civil do Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/PDF/marquise_o_que_fazer.pdf. Acesso em: 14 de abr. 2019.

ROCHA, A. M. **Concreto armado**, vol. 3. Ed. São Paulo: Nobel, 1987.

SINHORELLI, Kássia dos Santos. **Estudo do desenvolvimento de patologias nas marquises da região central de João Pessoa – PB**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2016.

SOUZA, V. C. M de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Ed. Pini, 1998.

WITTKOWSKI, Anderley. **Patologias em sistemas estruturais: Marquise do quartel da polícia militar do Paraná e Marquise do Palácio Iguaçu**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (pós-graduação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ANEXO A – CHECKLIST DE INSPEÇÃO VISUAL

Inspeção Visual

Marquises

DETALHAMENTO GERAL

Engaste



⊖ Ponto de iluminação ☉ Calha ® Rufo † Trinca visível ☒ Letreiro Luminoso

‡ Ferragem exposta ☉ Placa de propaganda △ Infiltração de água

Há ferragens expostas?
 Há deslocamento do concreto?
 Há presença de trincas/ fissuras?
 Há deslocamento do cobrimento?
 Há letreiro luminoso?
 Há placas de propaganda?
 Há sinais de infiltrações?
 Existe pingadeira na borda da laje?
 Há presença de vegetação?
 Há Eflorescência?
 Há furos?
 Há evidencias de reparos (emendas)?
 Há drenos?
 Sistema de drenagem obstruído?
 Nota-se haver alguma flecha?
 Sistema de impermeabilização:
 Há laje está com a pintura:

	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	SIM		NÃO
	BOM		RUIM
	EM BOM ESTADO		
	DESCASCANDO		
	TRINCADA		
	PÉSSIMO ESTADO		

Fonte: Gomes et al (2003). Adaptado pelo autor

